

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о работе Тана Найнг Со по кандидатской диссертации «Исследования на основе трековой методики элементарных частиц и ядер в экспериментах по поиску сверхтяжелых ядер в природе и в тестовых работах по изучению безнейтринного двойного бета-распада», представленной к защите на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01 - «приборы и методы экспериментальной физики»

Найнг Со Тан поступил в аспирантуру МФТИ в 2012 году после окончания магистратуры МИФИ и был прикомандирован к ЛЭЧ ОЯФА ФИАН для проведения исследований и подготовки материала для диссертации на степень кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.01.

Научные исследования Найнг Со Тан проводил на установке ПАВИКОМ2 лаборатории элементарных частиц, представляющей из себя многофункциональный автоматизированный комплекс. Он включает оптический микроскоп и видеокамеру, управляемые с помощью компьютера, и предназначен для обработки изображений треков заряженных частиц в различных материалах: ядерных эмульсиях, пластике и минералах (оливин). Созданный в лаборатории пакет программ позволяет автоматизировать обработку результатов измерений, осуществляя обработку изображений, выделение объектов с определёнными характеристиками на них и т.д. Однако каждая конкретная задача имеет свои индивидуальные особенности, требующие, помимо использования уже имеющихся программных блоков, написания дополнительных программ для учёта этих особенностей. Разработка таких дополнений требует детального знания уже имеющихся программных блоков и их структуры. Только в этом случае можно рассчитывать на совмещение новых блоков и созданного программного комплекса. Тан Найнг Со успешно справился с этой задачей, что позволило ему в дальнейшем разрабатывать свои программные модули в рамках работы над конкретными физическими задачами. Для выполнения такой работы Тан Найнг Со овладел языком программирования C++ и навыками объектно-ориентированного программирования.

Тан Найнг Со принял непосредственное участие в работе в рамках двух проектов, реализуемых в группе ПАВИКОМ.

Один из них – проект ОЛИМПИА, связан с изучением состава космических лучей в области тяжёлых и сверхтяжёлых ядер. Потоки частиц в

этой области крайне малы, поэтому сведения о них недостаточны. В то же время знание элементного состава в этой области крайне важно для понимания астрофизических процессов, особенно при экстремальных условиях, что определяет актуальность задачи. В группе, начиная с 2005 года, ведутся исследования следов частиц в оливинах из метеоритов, в том числе следы сверхтяжёлых ядер. К 2013 году, когда Тану Найнг Со была поручена работа в рамках этой задачи, в группе был создан банк данных о тяжёлых ядрах, содержащий около 6000 ядер с $Z > 40$. Одним из наиболее трудных этапов обработки является сбор отдельных частей треков ядер, полученных на разных стадиях среза и травления, и восстановление их в пространстве. Эта процедура занимала много компьютерного времени на перебор многих возможных вариантов сбора частей треков. Таном Найнг Со был разработан алгоритм, который упрощает эту процедуру, в результате чего сбор треков осуществляется намного быстрее. Это позволило ему за сравнительно небольшое время найти дополнительно более 6000 треков с $Z > 40$, что, практически, удвоило существовавший банк данных.

Помимо этого Тан Найнг Со провёл исследования кристаллов оливина, подвергшихся облучению пучками ядер Bi и Au с разными энергиями на ускорителях. Эти исследования необходимы для калибровки связи между измеряемыми величинами и зарядом ядра. Полученные результаты показали, что используемые алгоритмы определения заряда имеют достаточную точность и могут быть использованы в дальнейшей работе.

Калибровочные эксперименты на ускорителях невозможны для ядер тяжелее урана, хотя в процессе измерений встречались отдельные события, чьи характеристики требуют выхода за этот предел. С целью более точного осуществления такой экстраполяции, Таном Найнг Со была введена пятипараметрическая функция с аналитической зависимостью параметров от заряда. Это позволяет проводить достаточно надёжную экстраполяцию на несколько единиц заряда в область трансурановых ядер.

Другая важная задача, в которой Тан Найнг Со принял активное участие, связана с подготовкой в группе ПАВИКОМ эксперимента по поиску безнейтринного двойного бета-распада. Актуальность темы заключается в том, что обнаружение событий такого типа означало бы, что нейтрино имеет не дираковскую, а майорановскую природу, являясь античастицей сама себе. Это должно приводить к изменению представлений о протекании ядерных реакций и результатов моделирования астрофизических задач, поскольку многие из них включают нейтрино и зависят от его свойств. В настоящее

время сложилась противоречивая экспериментальная ситуация, поскольку в одном из экспериментов были обнаружены события безнейтринного двойного бета-распада, а в другом - нет. По этой причине многие лаборатории мира проводят соответствующий поиск.

В группе ПАВИКОМ ведётся подготовка эксперимента по регистрации событий двойного бета-распада ядра ^{100}Mo с помощью эмульсионной камеры, в эмульсию которой замешан мелкодисперсный порошок молибдена. Результатом эксперимента должен быть спектр суммарной энергии двух электронов распада, которая определяется по пробегам частиц до остановки. Подтверждением существования безнейтринного двойного бета-распада было бы наличие пика на краю этого спектра. Поскольку максимальный пробег электронов в данной реакции 3 мм, необходимо иметь камеру, состоящей из нескольких слоёв толстой, до 600 мкм, эмульсии.

Одной из проблем при реализации этого эксперимента является разрушение в 90-е годы производств ядерной фотоэмульсии. В настоящее время происходит процесс их восстановления, в котором активное участие принял Тан Найнг Со. По просьбе руководства ООО «Славич» им было разработано программное обеспечение для оценки качества эмульсии, приготовляемой в поисковой работе по восстановлению технологии. Результаты обработки микрофотографий десятков партий непроявленной эмульсии, полученные Тан Найнг Со, позволили реализовать направленный поиск оптимальных условий её приготовления и существенно сократить время восстановления технологической цепочки. В настоящее время получена эмульсия, по качеству удовлетворяющая необходимым требованиям и ведётся работа по приготовлению образцов для тестовых экспериментов.

Для распознавания событий двойного бета-распада Таном Найнг Со были разработаны алгоритмы, реализованные в виде набора блоков программ, которые последовательно осуществляют процесс поиска зёрен молибдена, треков электронов, их прослеживание до остановки и т.д. Для отделения части фона от полезных событий им была составлена программа, которая осуществлять поиск звёзд от распада ядер и восстанавливать их характеристики.

За время работы в ЛЭЧ Найнг Со Тан более глубоко изучил несколько тем, необходимых для понимания и анализа исследуемых процессов: квантовая механика, ядерная физика, особенности прохождения заряженных частиц через вещество, теория вероятностей, теория измерений и оценки их

ошибок, физхимия фотографического процесса и т.д. По каждой из этих тем Таном были сделаны сообщения на рабочих совещаниях группы.

В процессе обучения в аспирантуре Тан Найнг Со успешно сдал экзамены по специальности (хорошо), английскому языку (отлично) и философии (отлично).

Таким образом за время работы в группе Тан Найнг Со изучил сложный современный прибор – автоматизированный измерительный комплекс ПАВИКОМ, внёс ряд усовершенствований в его программное обеспечение и провёл серию измерений, получив важные физические результаты и проявив при этом себя самостоятельным исследователем. Это свидетельствует о его достаточно высокой квалификации, которая соответствует требованиям, которые предъявляются к кандидатам физико-математических наук.

Главный научный сотрудник

Федерального государственного бюджетного учреждения науки

Физического института им. П.Н. Лебедева

Российской академии наук (ФИАН),

доктор физико-математических наук,

Старков Николай Иванович

119991 ГСП-1 Москва, Ленинский проспект, д. 53

тел. +7(499) 135-78-27, e-mail: starkov@sci.lebedev.ru

Подпись Старкова Н.И. удостоверяю:

Зам директора ФИАН,

Доктор физико-математических наук,

Савинов С.Ю.

“



_____ 2015 года